

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-355183

(43)Date of publication of application : 24.12.1999

(51)Int.Cl. H04B 3/06
H04L 5/16

(21)Application number : 10-180174 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 26.06.1998 (72)Inventor : MATSUMOTO WATARU

(30)Priority

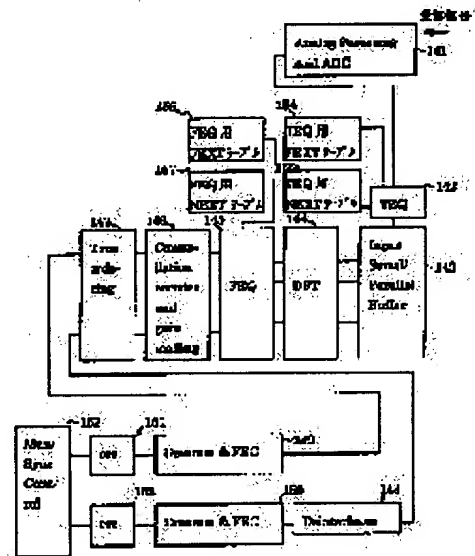
Priority number : 10 98609 Priority date : 10.04.1998 Priority country : JP

(54) DIGITAL COMMUNICATION EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce an influence caused by an interference noise from a semi-duplex transmission line, and to extend a communication distance at each transmission rate and also to improve the transmission rate.

SOLUTION: At asymmetric digital subscriber line (ADSL) terminal side equipment, up and down data are synchronized between TCM-ISDN communication and ADSL communication, and adaptive equalizers TEQ 142 and FEQ 145 at the ADSL terminal side equipment are provided with NEXT tables 155 and 157 and FEXT tables 154 and 156 storing equalization coefficients respectively adaptive to NEXT and FEXT noises to be generated at data up and down time in TCM-ISDN communication. Thus, even when the NEXT and FEXT noises are generated while being switched by the TCM-ISDN communication, while switching and using the NEXT and FEXT tables, the TEQ 142 and FEQ 145 can provide TEQ and FEQ characteristics optimum for respective noises.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 データ受信の際、半二重伝送路を介して通信する複数の半二重通信装置から伝達されるノイズを含む伝送路特性を最適に補正するようにしたデジタル通信装置において、

前記複数の半二重通信装置のうち本装置に近い側の近半二重通信装置から伝達される NEXT ノイズを含んだ伝送路特性を最適に補正する適応等化器の等化係数を記憶した NEXT ノイズ係数テーブルと、

前記複数の半二重通信装置のうち本装置に遠い側の遠半二重通信装置から伝達される FEXT ノイズを含んだ伝送路特性を最適に補正する適応等化器の等化係数を記憶した FEXT ノイズ係数テーブルと、

前記近半二重通信装置から前記 NEXT ノイズが伝達されてきた場合には前記 NEXT ノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正する一方、前記遠半二重通信装置から FEXT ノイズが伝達されてきた場合には前記 FEXT ノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正する適応等化器と、
を有することを特徴とするデジタル通信装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のデジタル通信装置において、

本装置は、
半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、

前記半二重伝送路を端末側から局側へデータが上り、前記端末側の近半二重通信装置から NEXT ノイズが伝達されてきた場合には、適応等化器に NEXT ノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正させる一方、前記半二重伝送路を局側から端末側へデータが下り、前記局側の遠半二重通信装置から FEXT ノイズが伝達されてきた場合には適応等化器に FEXT ノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正させる端末側の装置であることを特徴とするデジタル通信装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載のデジタル通信装置において、

本装置は、
半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、

前記半二重伝送路を局側から端末側へデータが下り、前記局側の近半二重通信装置から NEXT ノイズが伝達されてきた場合には、適応等化器に NEXT ノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正させる一方、前記半二重伝送路をデータが端末側から局側へ上り、前記端末側の遠半二重通信装置から FEXT ノイズが伝達されてきた場合には適応等化器に FEXT ノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正させる局側の装置であることを特徴とするデジタル通信装置。

【請求項 4】 請求項 1 記載のデジタル通信装置において、

さらに、半二重通信装置から伝達されるノイズを検出して、NEXT ノイズであるか、あるいは FEXT ノイズであるかを判断する検出判断部を有し、

適応等化器は、前記検出判断部の判断出力に基づいて、前記 NEXT ノイズの場合には NEXT ノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正する一方、前記 FEXT ノイズの場合には前記 FEXT ノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正することを特徴とするデジタル通信装置。

【請求項 5】 請求項 1～4 記載のデジタル通信装置において、

さらに、通信前に、複数の半二重通信装置間で通信されるフレーム中で予めパターンおよび発生タイミングが認識されている所定データによって伝達されるノイズの伝達関数に収束させるフィルタ係数を求めておき、通信の際は、前記所定データの発生タイミングにおいて、前記収束させたフィルタ係数によりノイズの影響を受けた前記所定データのレプリカを作成し、受信信号からそのレプリカを減算するノイズキャンセル部を有することを特徴とするデジタル通信装置。

【請求項 6】 請求項 1～5 記載のデジタル通信装置において、

半二重伝送路は TCM-ISDN 伝送路であり、複数の半二重通信装置は当該 TCM-ISDN 伝送路を介して TCM-ISDN 通信し、

本装置は ADSL 伝送路を介して ADSL 通信することを特徴とするデジタル通信装置。

30 【請求項 7】 データ受信の際、半二重伝送路を介して通信する複数の半二重通信装置から伝達されるノイズを含む伝送路特性を最適に補正するようにしたデジタル通信装置において、

前記複数の半二重通信装置のうち本装置に遠い側の遠半二重通信装置から伝達される FEXT ノイズを含む伝送路特性を最適に補正する適応等化器の等化係数を記憶した FEXT ノイズ係数テーブルと、

前記近半二重通信装置のうち本装置に近い側の近半二重通信装置から NEXT ノイズが伝達されてきた場合にも、前記遠半二重通信装置から FEXT ノイズが伝達されてきた場合にも、前記 FEXT ノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正する適応等化器と、

を有することを特徴とするデジタル通信装置。

【請求項 8】 請求項 7 記載のデジタル通信装置において、

本装置は、
半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、

50 前記半二重伝送路を端末側から局側へデータが上り、前

記端末側の近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達されてきた場合には、適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正する一方、前記半二重伝送路を局側から端末側へデータが下り、前記局側の遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達されてきた場合にも適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいてFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する端末側の装置であることを特徴とするデジタル通信装置。

【請求項9】 請求項7記載のデジタル通信装置において、

本装置は、

半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、

前記半二重伝送路を局側から端末側へデータが下り、前記局側の近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達されてきた場合には、適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正する一方、前記半二重伝送路をデータが端末側から局側へ上り、前記端末側の遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達されてきた場合には適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいてFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する局側の装置であることを特徴とするデジタル通信装置。

【請求項10】 請求項7記載のデジタル通信装置において、

さらに、半二重通信装置から伝達されるノイズを検出して、NEXTノイズであるか、あるいはFEXTノイズであるかを判断する検出判断部を有し、適応等化器は、前記検出判断部の判断出力に基づいて、前記NEXTノイズの場合にも、前記FEXTノイズの場合にも、前記FEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を最適に補正することを特徴とするデジタル通信装置。

【請求項11】 データ受信の際、半二重伝送路を介して通信する複数の半二重通信装置から伝達されるノイズを含む伝送路特性を最適に補正するようにしたデジタル通信装置において、

前記複数の半二重通信装置のうち本装置に遠い側の遠半二重通信装置から伝達されるFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する適応等化器の等化係数を記憶したFEXTノイズ係数テーブルと、

前記FEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて、前記FEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する適応等化器と、を有し、

前記FEXTノイズが伝達される期間でのみデータ受信を行うことを特徴とするデジタル通信装置。

【請求項12】 請求項11記載のデジタル通信装置において、

本装置は、

半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、

前記半二重伝送路を端末側から局側へデータが上り、前記端末側の近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達される期間では、データ受信せず、前記半二重伝送路を局側から端末側へデータが下り、前記局側の遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達される期間では、データ受信を行うと共に、適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいてFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正させる端末側の装置であることを特徴とするデジタル通信装置。

【請求項13】 請求項11記載のデジタル通信装置において、

本装置は、

半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、

前記半二重伝送路を局側から端末側へデータが下り、前記局側の近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達されてきた場合には、データ受信せず、前記半二重伝送路をデータが端末側から局側へ上り、前記端末側の遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達される期間では、データ受信を行うと共に、適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいてFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正させる局側の装置であることを特徴とするデジタル通信装置。

【請求項14】 請求項11記載のデジタル通信装置において、

さらに、半二重通信装置から伝達されるノイズを検出して、FEXTノイズ区間であるかを判断する検出判断部を有し、

適応等化器は、前記検出判断部の判断出力に基づいて、前記FEXTノイズの場合には前記FEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を最適に補正することを特徴とするデジタル通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、データ受信の際、半二重伝送路を介して通信する複数の半二重通信装置から伝達されるノイズを含む伝送路特性を最適に補正するようにしたxDSL通信モデムやxDSL通信装置等のデジタル通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、有線系デジタル通信方式として、既設の電話用銅線ケーブルを使用して数メガビット/秒の高速デジタル通信を行うADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 通信方式や、HDSL (high-rate Digital Subscriber Line) 通信方式、SDSL等のxDSL通信方式が注目されている。これに用いられているxDSL通信方式は、DMT (Discrete Multi Tone) 変復調方式と呼ばれている。この方式は、ANS

IのT1.413等において標準化されている。このデジタル通信方式では、特に、xDSL伝送路と、半二重通信方式のISDN通信システムのISDN伝送路とが途中の集合線路で束ねられる等して隣接する場合等に、xDSL伝送路を介したxDSL通信がISDN伝送路等の他回線から干渉ノイズを受けて、速度が落ちる等の問題が指摘されており、種々の工夫がされている。

【0003】図10に、中央局(CO: Central Office) 1からのISDN伝送路2と、xDSL伝送路であるADSL伝送路3とが途中の集合線路で束ねられている等して、ISDN伝送路2がADSL伝送路3に与える干渉ノイズの様子を示したものである。ここで、ADSL通信システム側の端末側の通信装置であるADSL端末側装置(ATU-R; ADSL Transceiver Unit, Remote Terminal end) 4から見た場合、ISDN伝送システム側の局側装置(ISDN LT) 7がADSL伝送路3を通し送信してくる干渉ノイズをFEXT(Far-end cross talk)ノイズと呼び、ISDN伝送システム側の端末装置(ISDN NT1) 6がADSL伝送路3を通し送信してくる干渉ノイズをNEXT(Near-end cross talk)ノイズと呼ぶ。これらのノイズは、特に、途中で集合線路等になりADSL伝送路3と隣接することになるISDN伝送路2との結合によりADSL伝送路3を介しADSL端末側装置(ATU-R) 4に伝送される。なお、ADSL通信システム側の局側装置であるADSL局側装置(ATU-C; ADSL Transceiver Unit, Central Office end) 5から見た場合には、ADSL端末側装置(ATU-R) 4から見た場合と逆となり、ISDN伝送システム側の局側装置(ISDN LT) 7が送信してくる干渉ノイズがNEXTノイズとなり、ISDN伝送システム側の端末装置(ISDN NT1) 6が送信してくる干渉ノイズがFEXTノイズとなる。

【0004】ここで、海外のISDN通信システムでは、上り、下りの伝送が全二重伝送であり、同時に行われるため、ADSL端末側装置(ATU-R) 4から見た場合、よりADSL端末側装置(ATU-R) 4に近いISDN伝送システム側の端末装置(ISDN NT1) 6から発生したNEXTノイズが支配的、すなわち大きな影響を与えることになる。

【0005】このため、ADSL端末側装置4に設けられるADSLモデム(図示せず)のトレーニング期間に、FEXTノイズおよびNEXTノイズの双方が同時に発生する状況下でトレーニングして、この影響の大きいNEXTノイズ成分の特性を測定し、そのノイズの特性に合った各チャネルの伝送ビット数とゲインを決めるビットマップを行い、かつ伝送特性を改善できるように、例えば、時間領域の適応等化処理を行うタイムドメインイコライザー(TEQ; Time domain Equalizer)、および周波数領域の適応等化処理を行うフレケン

シードメインイコライザー(FEQ; Frequency domain Equalizer)の係数を収束させて決定し、TEQ及びFEQそれぞれについて1つの係数テーブルを設けるようしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述したように、海外のデジタル通信装置の場合にはこれで問題は生じないが、日本等では、すでに既存のISDN通信方式として上り、下りのデータ伝送がいわゆるピンポン式に時分割で切り替わる半二重通信のTCM-ISDN方式を採用しているので、集合線路等により半二重伝送路と他の伝送路とが隣接していると、半二重伝送路からのNEXTノイズおよびFEXTノイズが交互に半二重伝送路に隣接した他の伝送路に接続された通信端末に影響を与えることになる。

【0007】このため、日本のTCM-ISDN方式等の半二重通信方式を採用した場合、海外等の全二重方式のISDN通信方式対応のADSL端末側装置(ATU-R)では、FEXTノイズおよびNEXTノイズの双方が同時に発生する状況下でトレーニングした1つの係数テーブルしか設けていないため、ISDN伝送路上で上り下りの通信がTCM方式により時分割で切り替わり、ISDN伝送路と隣接する伝送路に接続された端末に影響を与えるノイズ成分がNEXTノイズ、FEXTノイズと切り替わった場合でも、1つの係数テーブルに収束させようとするので、ノイズの量や性質の変化が起こるたびに、当該端末で誤差量が悪化したり、誤差量の改善の速度が鈍る、等の問題があった。

【0008】そこで、本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、TCM-ISDN通信等が行われる半二重伝送路からそれに隣接するデジタル伝送路を介し干渉ノイズの影響を受ける場合でも、その干渉ノイズによる影響を改善し、各伝送レートでの通信距離を伸ばすことができると共に、サービス領域内での伝送レートを向上させることのできるデジタル通信装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では、データ受信の際、半二重伝送路を介して通信する複数の半二重通信装置から伝達されるノイズを含む伝送路特性を最適に補正するようにしたデジタル通信装置において、前記複数の半二重通信装置のうち本装置に近い側の近半二重通信装置から伝達されるNEXTノイズを含んだ伝送路特性を最適に補正する適応等化器の等化係数を記憶したNEXTノイズ係数テーブルと、前記複数の半二重通信装置のうち本装置に遠い側の遠半二重通信装置から伝達されるFEXTノイズを含んだ伝送路特性を最適に補正する適応等化器の等化係数を記憶したFEXTノイズ係数テーブルと、前記近半二重通信装置から前記NEXTノイズが伝達されてきた場合

には前記NEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正する一方、前記遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達されてきた場合には前記FEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正する適応等化器と、を有することを特徴とするものである。

【0010】また、次の発明では、本装置は、半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、前記半二重伝送路を端末側から局側へデータが上り、前記端末側の近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達されてきた場合には、適応等化器にNEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正させる一方、前記半二重伝送路を局側から端末側へデータが下り、前記局側の遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達されてきた場合には適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正させる端末側の装置であることを特徴とするものである。

【0011】また、次の発明では、本装置は、半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、前記半二重伝送路を局側から端末側へデータが下り、前記局側の近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達されてきた場合には、適応等化器にNEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正させる一方、前記半二重伝送路をデータが端末側から局側へ上り、前記端末側の遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達されてきた場合には適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正させる局側の装置であることを特徴とするものである。

【0012】また、次の発明では、さらに、半二重通信装置から伝達されるノイズを検出して、NEXTノイズであるか、あるいはFEXTノイズであるかを判断する検出判断部を有し、適応等化器は、前記検出判断部の判断出力に基づいて、前記NEXTノイズの場合にはNEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正する一方、前記FEXTノイズの場合には前記FEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正することを特徴とするものである。

【0013】また、次の発明では、さらに、通信前に、複数の半二重通信装置間で通信されるフレーム中で予めパターンおよび発生タイミングが認識されている所定データによって伝達されるノイズの伝達関数に収束させるフィルタ係数を求めておき、通信の際は、前記所定データの発生タイミングにおいて、前記収束させたフィルタ係数によりノイズの影響を受けた前記所定データのレプリカを作成し、受信信号からそのレプリカを減算するノイズキャンセル部を有することを特徴とするものである。

【0014】また、次の発明では、半二重伝送路はTCM-ISDN伝送路であり、複数の半二重通信装置は当該TCM-ISDN伝送路を介しTCM-ISDN通信

し、本装置はADSL伝送路を介してADSL通信することを特徴とするものである。

【0015】また、次の発明では、データ受信の際、半二重伝送路を介して通信する複数の半二重通信装置から伝達されるノイズを含む伝送路特性を最適に補正するようにしたデジタル通信装置において、前記複数の半二重通信装置のうち本装置に遠側の遠半二重通信装置から伝達されるFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する適応等化器の等化係数を記憶したFEXTノイズ係数テーブルと、前記近半二重通信装置のうち本装置に近い側の近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達されてきた場合にも、前記遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達されてきた場合にも、前記FEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正する適応等化器と、を有することを特徴とするものである。

【0016】また、次の発明では、本装置は、半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、前記半二重伝送路を端末側から局側へデータが上り、前記端末側の近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達されてきた場合には、適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正する一方、前記半二重伝送路を局側から端末側へデータが下り、前記局側の遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達されてきた場合にも適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいてFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する端末側の装置であることを特徴とするものである。

【0017】また、次の発明では、本装置は、半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、前記半二重伝送路を局側から端末側へデータが下り、前記局側の近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達されてきた場合には、適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正する一方、前記半二重伝送路をデータが端末側から局側へ上り、前記端末側の遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達されてきた場合には適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいてFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する局側の装置であることを特徴とするものである。

【0018】また、次の発明では、さらに、半二重通信装置から伝達されるノイズを検出して、NEXTノイズであるか、あるいはFEXTノイズであるかを判断する検出判断部を有し、適応等化器は、前記検出判断部の判断出力に基づいて、前記NEXTノイズの場合にも、前記FEXTノイズの場合にも、前記FEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を最適に補正することを特徴とするものである。

【0019】また、次の発明では、データ受信の際、半二重伝送路を介して通信する複数の半二重通信装置から

伝達されるノイズを含む伝送路特性を最適に補正するようにしたデジタル通信装置において、前記複数の半二重通信装置のうち本装置に遠い側の遠半二重通信装置から伝達されるFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する適応等化器の等化係数を記憶したFEXTノイズ係数テーブルと、前記FEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて、前記FEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する適応等化器と、を有し、前記FEXTノイズが伝達される期間でのみデータ受信を行うことを特徴とするものである。

【0020】また、次の発明では、本装置は、半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、前記半二重伝送路を端末側から局側へデータが上り、前記端末側の近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達される期間では、データ受信せず、前記半二重伝送路を局側から端末側へデータが下り、前記局側の遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達される期間では、データ受信を行うと共に、適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいてFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正させる端末側の装置であることを特徴とするものである。

【0021】また、次の発明では、本装置は、半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、前記半二重伝送路を局側から端末側へデータが下り、前記局側の近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達されてきた場合には、データ受信せず、前記半二重伝送路をデータが端末側から局側へ上り、前記端末側の遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達される期間では、データ受信を行うと共に、適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいてFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正させる局側の装置であることを特徴とするものである。

【0022】また、次の発明では、さらに、半二重通信装置から伝達されるノイズを検出して、FEXTノイズ区間であるかを判断する検出判断部を有し、適応等化器は、前記検出判断部の判断出力に基づいて、前記FEXTノイズの場合には前記FEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を最適に補正することを特徴とするものである。

【0023】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、本発明に係るデジタル通信装置の実施の形態1を図面に基づき説明する。なお、以下の実施の形態では、干渉ノイズを与える側の半二重通信装置は半二重伝送路を介し時分割の半二重通信であるTCM-ISDN通信を行うものとし、これにより干渉ノイズを与えられる側のデジタル通信装置をxDSL通信方式の1つであるADSL通信を行うものとして説明する。

【0024】図1に、本発明に係るデジタル通信装置が使用されたデジタル通信システムの概要を示す。図

において、11はTCM-ISDN通信やADSL通信等を制御等する中央局(CO: Central Office)、12はTCM-ISDN通信を行うためのTCM-ISDN伝送路、13はADSL通信を行うためのADSL伝送路、14はADSL伝送路13を介し他のADSL端末側装置(図示せず)とADSL通信を行う通信モデム等のADSL端末側装置(ATU-R; ADSL Transceiver Unit, Remote Terminal end)、15は中央局11内でADSL通信を制御するADSL局側装置(ATU-C; ADSL Transceiver Unit, Central Office end)、16はTCM-ISDN伝送路12を介し他のTCM-ISDN端末側装置(図示せず)とTCM-ISDN通信を行う通信モデム等のTCM-ISDN端末側装置(TCM-ISDN NT1)、17は中央局11内でTCM-ISDN通信を制御するTCM-ISDN局側装置(TCM-ISDN LT)、18はTCM-ISDN局側装置(TCM-ISDN LT)17とADSL局側装置(ATU-C)15との間でそれぞれの通信の同期をとる同期コントローラである。なお、この同期コントローラ18は、図1に示す場合と異なり、TCM-ISDN局側装置(TCM-ISDN LT)17、もしくはADSL局側装置(ATU-C)15内に設けられていても勿論良い。

【0025】なお、従来技術のところでも説明したように、ADSL端末側装置(ATU-R)14から見た場合には、図1に示すように、遠半二重通信装置となるTCM-ISDN局側装置(TCM-ISDN LT)17が集合線路等により隣接したTCM-ISDN伝送路12およびADSL伝送路13を介し送信してくる干渉ノイズを“FEXTノイズ”と呼ぶ一方、近半二重通信装置となるTCM-ISDN端末側装置(TCM-ISDN NT1)16が集合線路等により隣接したTCM-ISDN伝送路12およびADSL伝送路13を介し送信してくる干渉ノイズを“NEXTノイズ”と呼ぶ。これに対し、ADSL局側装置(ATU-C)15から見た場合には、ADSL端末側装置(ATU-R)14から見た場合と逆となり、近半二重通信装置となるISDN伝送システムの局側装置(ISDN LT)17が送信してくる干渉ノイズがNEXTノイズとなり、遠半二重通信装置となるISDN伝送システムの端末装置(ISDN NT1)16が送信してくる干渉ノイズがFEXTノイズとなる。

【0026】図2は、本発明に係るデジタル通信装置の実施の形態1であるADSL端末側装置(ATU-R)14の通信モデム等の受信部ないしは受信専用機(以下、受信系という。)の構成を機能的に示している。図において、141はアナログプロセッシング・A/Dコンバータ(Analog Processing And ADC)、142はタイムドメインイコライザ(TEQ)、143は入力シリアル/パラレルバッファ、144は離散フーリエ変

換部 (DFT)、145は周波数ドメインイコライザ (FEQ)、146はコンステレーションエンコーダ・ゲインスケールリング (Constellation encoder and gain scalling)、147はトンオーダリング (Tone ordering)、148はデインターリーブ (Deinterleave)、149、150はデスクランブル・フォワードエラーコレクション (Descram and FEC)、151、152はサイクリックリダグダンシチェック (crc)、153はミュークス/シンクコントロール (Mux/Sinc Control) である。

【0027】また、154はタイムドメインイコライザ (TEQ) 142に対しFEXTノイズ用の係数を提供するTEQ用FEXTテーブル、155はタイムドメインイコライザ (TEQ) 142に対しNEXTノイズ用の係数を提供するTEQ用NEXTテーブル、156は周波数ドメインイコライザ (FEQ) 145に対しFEXTノイズ用の係数を提供するFEQ用FEXTテーブル、157は周波数ドメインイコライザ (FEQ) 145に対しNEXTノイズ用の係数を提供するFEQ用NEXTテーブルである。

【0028】ここで、これらのテーブル154~157には、ADSL通信を始める前のトレーニング期間等に、このノイズの特性をADSL端末側装置 (ATU-R) 14側で、TCM-ISDN通信におけるデータの上り、下りに同期して、FEXTノイズ用、NEXTノイズ用別々に、タイムドメインイコライザ (TEQ) 142、周波数ドメインイコライザ (FEQ) 145において適応等化をかけて、FEXTノイズ、NEXTノイズがそれぞれ別々に迅速に収束するような等化係数が格納されたものである。

【0029】次に動作を説明する。まず、簡単に、この実施の形態1のADSL端末側装置 (ATU-R) 14の受信系の動作を説明すると、アナログプロセッシング・A/Dコンバータ141が受信波に対しLPFをかけ、A/Dコンバータを通してアナログ波形をデジタル波形に変換し、続いてタイムドメインイコライザ (TEQ) 142を通して時間領域の適応等化処理を行う。

【0030】次に、その時間領域の適応等化処理がされたデータは、入力シリアル/パラレルバッファ143を経由して、シリアルデータからパラレルデータに変換され、離散フーリエ変換部 (DFT) 144で離散フーリエ変換され、周波数ドメインイコライザ (FEQ) 145により周波数領域の適応等化処理が行われる。

【0031】そして、コンステレーションエンコーダ・ゲインスケールリング146によりConstellationデータを再生し、トンオーダリング147でシリアルデータに変換し、デスクランブル・フォワードエラーコレクション149でFECやデスクランブル処理し、場合によっては、デインターリーブ148をかけてデスクランブル・フォワードエラーコレクション150でFECやデス

克蘭ブル処理し、その後、サイクリックリダグダンシチェック151、152を行なって、ミュークス/シンクコントロール (Mux/Sinc Control) 153によりデータを再生する。

【0032】その際、中央局 (CO) 11では、同期コントローラ18がTCM-ISDN局側装置 (TCM-ISDN LT) 17と、ADSL局側装置 (ATU-C) 15との伝送のタイミングの同期をとっているの
10 Tノイズと、FEXTノイズの発生タイミングを認識で
きる。

【0033】つまり、ADSL端末側装置 (ATU-R) 14は、TCM-ISDN通信とADSL通信との同期により、予めタイミングがわかっているTCM-ISDN伝送路12上をデータが上っている所定時間の間は、ADSL伝送路13を介し受信する受信データや受信信号にNEXTノイズが発生するものと判断する一方、同様に予めタイミングがわかっているTCM-ISDN伝送路12上をデータが下っている所定時間の間は
20 ADSL伝送路13を介し受信する受信データ等にFEXTノイズが発生することを認識できる。

【0034】このため、本実施の形態1の受信系では、タイムドメインイコライザ (TEQ) 142、および周波数ドメインイコライザ (FEQ) 145は、TCM-ISDN伝送路12上をデータが上る所定時間の間は、NEXTノイズが発生するものとして、それぞれ、TEQ用NEXTテーブル155、FEQ用NEXTテーブル157の等化係数を使用して、時間領域あるいは周波数領域で伝送路特性を補正する。

【0035】一方、TCM-ISDN伝送路12上をデータが下る所定時間の間は、タイムドメインイコライザ (TEQ) 142、および周波数ドメインイコライザ (FEQ) 145は、FEXTノイズが発生するものとして、それぞれ、TEQ用FEXTテーブル154、FEQ用FEXTテーブル156の等化係数を使用して、時間領域あるいは周波数領域でFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正するようにした。

【0036】図3 (a) ~ (d) に、タイムドメインイコライザ (TEQ) 142および周波数ドメインイコライザ (FEQ) 145で、NEXTノイズとFEXTノイズとで切り替えて係数トレーニングした際の誤差量の推移等を示す。

【0037】図3 (a) は、TCM-ISDN伝送路12上を伝送されるデータの流れを示しており、このTCM-ISDN方式では、400Hzを1周期として、上り (Upstream) と、下り (Downstream) とを繰り返すことを示している。

【0038】図3 (b) は、ADSL伝送路13を介しADSL端末側装置 (ATU-R) 14で受信されるノイズを示したもので、TCM-ISDN伝送路12上を
50

伝送されるデータの上り (Upstream)、下り (Downstream) に同期して、NEXTノイズ、FEXTノイズが切り替わり発生することを示している。

【0039】図3(c)は、タイムドメインイコライザ (TEQ) 142、および周波数ドメインイコライザ (FEQ) 145で、NEXTノイズおよびFEXTノイズの両方の期間を1つの係数テーブルによりトレーニングした際の従来の誤差量の推移を示したものである。この場合、1の係数フィルタしかないので、図に示すように、TCM-ISDN伝送路12上を伝送されるデータが上り (Upstream)、下り (Downstream) と切り替わって、NEXTノイズとFEXTノイズとが交互に発生し、ノイズの種類が変わると、その度に、いったん収束に向かった誤差量が1の係数フィルタでは対応できずにアップして、誤差量が収束するまでに時間がかかることを示している。

【0040】図3(d)は、タイムドメインイコライザ (TEQ) 142、および周波数ドメインイコライザ (FEQ) 145において、NEXTノイズとFEXTノイズとが切り替わる度に、それに合わせて、係数フィルタをNEXTテーブル155、157、FEXTテーブル154、156とを切り替えて係数トレーニングした際の誤差量の推移を示したものである。この場合、TEQ142、FEQ145共にNEXTテーブル155、157、FEXTテーブル154、156があるので、NEXTノイズの場合には、TEQ142、FEQ145それぞれNEXTテーブル155、157により誤差量を収束させるのに対し、FEXTノイズの場合には、TEQ142、FEQ145それぞれFEXTテーブル154、156により誤差量を収束させる。

【0041】このため、この図3(d)にも示すように、特性やノイズの量、成分の違うNEXTノイズとFEXTノイズとが切り替わり発生した場合でも、それぞれのノイズに適合したNEXTテーブル155、157、FEXTテーブル154、156の等化係数により、FEXTノイズ、NEXTノイズに対し別々に適応等化かけ、別々に誤差量を収束させているので、NEXTノイズ、FEXTノイズ別々に見れば、いったん収束に向かった誤差量がアップせずに、徐々に収束することになり、図3(c)の場合と異なり、短時間で収束することがわかる。

【0042】従って、本実施の形態1のデジタル通信装置によれば、タイムドメインイコライザ (TEQ) 142および周波数ドメインイコライザ (FEQ) 145のそれぞれについて、FEXTノイズ、NEXTノイズ用のテーブル154~157を別々に設けて、FEXTノイズ、NEXTノイズに応じて等化係数を使用するようにしたので、TEQ142およびFEQ145のトレーニング期間では、FEXTノイズ、NEXTノイズそれぞれに最適な等化係数が従来の方式よりも短時間に求

めることができると共に、ADSL通信の際は、FEXTノイズ、NEXTノイズを有効に削減することができる。

【0043】その結果、本実施の形態1によれば、S/N比を改善でき、エラー発生確率が下がり、ADSL各伝送レートでの通信距離を伸ばすことができると共に、サービス領域内での伝送レートを向上させることができる。

【0044】また、本実施の形態1では、中央局 (CO) 11の同期コントローラ18がTCM-ISDN局側装置 (TCM-ISDN LT) 17と、ADSL局側装置 (ATU-C) 15との間で、伝送タイミングの同期をとるようにしたため、ADSL端末側装置 (ATU-R) は、NEXTノイズおよびFEXTノイズの発生タイミングを意識しなくても、NEXTテーブル155、157と、FEXTテーブル154、156とを切り替えて使用することが可能になる。

【0045】なお、本実施の形態1では、上述のように、本発明をADSL端末側装置 (ATU-R) 14に適用して説明したが、本発明をADSL局側装置 (ATU-C) 15に適用して、ADSL局側装置 (ATU-C) 15のTEQやFEQの適応等化器のために、それぞれNEXTノイズ用のNEXTテーブルと、FEXTノイズ用のFEXTテーブルとを設け、ノイズに合わせてそのテーブルを切り替えて使用させるようにしても勿論良い。この場合、ADSL局側装置 (ATU-C) 15から見ることになるので、ADSL端末側装置 (ATU-R) 14から見た場合とは逆となり、近半二重通信装置となるISDN伝送システムの局側装置 (ISDN LT) 17が送信してくる干渉ノイズがNEXTノイズとなり、遠半二重通信装置となるISDN伝送システムの端末装置 (ISDN NT1) 16が送信してくる干渉ノイズがFEXTノイズとなる。

【0046】また、本実施の形態1では、上述のように、中央局 (CO) 11の同期コントローラ18がTCM-ISDN通信とADSL通信との間で伝送タイミングの同期をとるように説明したが、本発明では、これに限らず、同期コントローラ18を無くして、両通信間で同期をとらないようにしても良い。

【0047】例えば、中央局 (CO) 11に切替りタイミング通知部 (図示せず。) 等を設け、NEXTノイズおよびFEXTノイズの発生タイミング、すなわちTCM-ISDN局側装置 (TCM-ISDN LT) 17から得たTCM-ISDN伝送路12を介したTCM-ISDN通信のデータの上り下りの切り替わりタイミングを、ADSL端末側装置 (ATU-R) 14に通知するようにしても良いし、また、ADSL端末側装置 (ATU-R) 14が例えば■Proposed ANNEX C of G. dmt, ADSL under TCM-ISDN noise environment■ NEC, ITU-TSG15 Q4 D.156(WP1/15) Geneva, 9-20 F

ebruary 1998 等による方法で、TCM-ISDN通信におけるデータの上下りのタイミングを認識したり、ADSL端末側装置(ATU-R)14にノイズ検出判断回路(図示せず。)等を含め、その回線等によりNEXTノイズおよびFEXTノイズを検出して、それらの発生タイミングを直接認識するようにしてもよい。

【0048】このようにすれば、中央局(CO)11でTCM-ISDN通信とADSL通信との間でデータの上下りの同期をとらなくても、NEXTノイズおよびFEXTノイズに対応することができると共に、特に、ADSL端末側装置(ATU-R)14が例えば■Proposed ANNEX C of G.dmt, ADSL under TCM-ISDN noise environment■ NEC, ITU-T SG15 Q4 D.156(WP1/15) Geneva, 9-20 February 1998 等による方法でTCM-ISDN通信におけるデータの上下りのタイミングを認識したり、ADSL端末側装置(ATU-R)15にノイズ検出回路(図示せず。)等を含めた場合にはあっては、中央局(CO)11に、新たに同期コントローラ18や切り替えタイミング通知部(図示せず。)を含める必要がないので、従来の中央局等、既存の装置に何ら改良を加えることなくそのまま使用して、ADSL端末側装置の改良だけで、NEXTノイズであるか、あるいはFEXTノイズであるかを認識して、NEXTテーブルと、FEXTテーブルとを切り替えて使用できるという効果も生じる。

【0049】実施の形態2. 次に、本発明に係るデジタル通信装置の実施の形態2を図面に基き説明する。図4は、本発明に係るデジタル通信装置の実施の形態2であるADSL端末側装置(ATU-R)14の通信モデム等の受信部ないしは受信専用機(以下、受信系という。)の構成を機能的に示している。図において、図1に示す実施の形態1の受信系と同一構成要素には同一符号を付し、それらの説明は省略するものとする。158はTCM-ISDN通信における伝送フレーム中で予めパターンおよび発生タイミングが決まっているフレームワードパターンやトレーニングパターン等の所定データのNEXTノイズ、FEXTノイズによる伝達特性を推定し、後述するようにしてそれらのパターンのレプリカを発生して、そのレプリカを受信信号から減算するTCM-ISDN干渉ノイズキャンセル部である。つまり、この実施の形態2の受信系では、実施の形態1の受信系に対し、TCM-ISDN干渉ノイズキャンセル部158が追加されたことを特徴とするものである。

【0050】図5は、実施の形態2のTCM-ISDN干渉ノイズキャンセル部158の詳細な構成の一例を示したものである。図において、158aは減算器、158bはFIR(有限長インパルス応答)フィルタ、158cは畳み込み部、158dはフィルタ係数演算部、158eはTCM-ISDNフレームワードパターン記憶部、SW1～SW3はそれぞれスイッチである。また、

158fは、NEXTノイズおよびFEXTノイズそれぞれに対するTCM-ISDNフレームワードパターンのレプリカを示したものである。

【0051】なお、FIRフィルタ158bにおける、 $h(k, n)$ $k=1 \sim M$ は、FIRフィルタ158bのフィルタ係数であり、NEXTノイズ用と、FEXTノイズ用とが、別々に二つ用意されているものとする。また、図上、eは、誤差信号行列、dは、既知のTCM-ISDNフレームワードパターン行列、 μ はステップ係数、hは現在のフィルタ係数行列、 h' は次のフィルタ係数行列である。

【0052】次に動作を説明する。まず、ADSL端末側装置(ATU-R)14およびADSL局側装置(ATU-C)15が、TCM-ISDN通信における上り(Upstream)と下り(Downstream)のタイミングを認識しているものとする。これは、実施の形態1のように、同期コントローラ18がTCM-ISDN通信とADSL通信との間で上下りの同期を取っていれば、その同期によりTCM-ISDN通信における上下りのタイミングを認識することができ、両通信間の同期をとっていない場合には、例えば、■Proposed ANNEX C of G.dmt, ADSL under TCM-ISDN noise environment■ NEC, ITU-T SG15 Q4 D.156(WP1/15) Geneva, 9-20 February 1998 等による方法で、TCM-ISDNのタイミングを認識することができる。これにより、ADSL端末側装置(ATU-R)14およびADSL局側装置(ATU-C)15は、TCM-ISDN通信における上り(Upstream)と下り(Downstream)時のフレームワードの発生タイミングを認識できる。

【0053】また、このフレームワードは、すでに、どのようなパターンであるか既知であるため、このフレームワードによるNEXTノイズおよびFEXTノイズそれぞれの干渉ノイズの伝達関数を求める為、この実施の形態2のTCM-ISDN干渉ノイズキャンセル部158では、ADSL通信が行われていない間に、TCM-ISDN通信時のフレームワード伝送の際に発生する干渉ノイズのみが入力されている状態で、この予め記憶したフレームワードパターンを使用して、以下のようにして干渉ノイズの伝達関数を求める。

【0054】つまり、このTCM-ISDN干渉ノイズキャンセル部158では、まず、TCM-ISDNフレームワードパターン記憶部158fから例えば(0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1)パターン等からなるTCM-ISDN通信におけるフレームワードパターン行列dを読み出して、現在のフィルタ係数行列hに従い、FIRフィルタ158bにかける。尚、この時には、SW1～SW3すべてがOFF状態にあるものとする。

【0055】次に、SW2を閉じて、このFIRフィルタ158bの出力結果を、NEXTノイズ、FEXTノイズ別々に減算器158aに送り、TCM-ISDN通

信におけるフレームワードの伝送の際、ADSL伝送路13を介しADSL端末側装置(ATU-R)14に離散的な受信信号入力U(n)として伝達されてくる干渉ノイズから上記FIRフィルタ158bの出力結果を減算して、その減算結果を出力行列eとする。

【0056】次に、SW3、SW1を閉じて、その減算出力行列eを畳み込み部158cにてTCM-ISDNフレームワードパターン行列dと畳み込み、その畳み込み出力行列e*dをフィルタ係数演算部158dに送り、フィルタ係数演算部158dでは、以下の式により次のフィルタ係数行列h'を求める。 $h' = h + \mu \cdot e * d$

【0057】この操作により、FIRフィルタ158bの各フィルタ係数行列hは、次のフィルタ係数行列h'に更新されることになり、NEXTノイズおよびFEXTノイズそれぞれの干渉ノイズの伝達関数に近づくように収束していくことになる。このような処理をADSL通信が開始される前に繰り返して、FIRフィルタ158bの各フィルタ係数行列hを順次更新することにより、ADSL通信が開始される前に、各フィルタ係数行列hをNEXTノイズおよびFEXTノイズそれぞれのこの干渉ノイズの伝達関数を示す値に収束させておく。

【0058】そして、ADSL伝送が開始された場合は、TCM-ISDN通信においてフレームワードパターンの発生するタイミングにおいてのみ、SW3、SW1を開放し、SW2のみを閉じて、ADSL通信が開始される前に収束させておいたフィルタ係数行列hを用いて、TCM-ISDNフレームワード干渉パターンレプリカ158fを作成し、離散的な受信信号入力U(n)として入力するADSL受信信号から減算するようにする。

【0059】このような処理により、TCM-ISDN通信においてフレームワードパターンが伝送される間のみであるが、その間は、フレームワードパターンの伝送により発生するFEXTノイズおよびNEXTノイズの干渉ノイズの影響を除去できる。

【0060】このような処理を、FEXTノイズ、NEXTノイズそれぞれに対応して行い、2つのフレームワード干渉パターンレプリカを作成し、それぞれの発生するタイミングに合わせて、ADSL受信信号から引き、TCM-ISDN通信時のフレームワード送信時の干渉ノイズの影響を除去するようにする。

【0061】従って、本実施の形態2によれば、TCM-ISDN通信においてフレームワードパターンが伝送される時間以外については、上記実施の形態1と同等の効果が得られる一方、TCM-ISDN通信においてフレームワードパターンが伝送される時間については、FEXTノイズ、NEXTノイズそれぞれに対応したフレームワード干渉ノイズをキャンセルすることにより、この影響を低減できる。

【0062】その結果、TCM-ISDN通信においてフレームワードパターンが伝送される間については、フレームワード干渉ノイズがキャンセルされることにより、実施の形態1の場合よりも、S/N比を改善できると共に、エラー発生確率も下げることができ、ADSL各伝送レートでの通信距離を伸ばすことができると共に、サービス領域内での伝送レートを上げること等が可能になる。

【0063】なお、この実施の形態2では、TCM-ISDN通信におけるフレームワードパターンを利用して、そのフレームワードパターンが伝送される間、フレームワード干渉ノイズをキャンセルするように説明したが、本発明ではこれに限らず、TCM-ISDN通信におけるトレーニングパターン等を利用してもよく、要は、予め通信タイミングおよびパターンのわかっている信号やデータなどであればよい。

【0064】実施の形態3。次に、本発明に係るデジタル通信装置の実施の形態3を図面に基づき説明する。

【0065】図6は、本発明に係るデジタル通信装置の実施の形態3であるADSL端末側装置(ATU-R)14の受信系の構成を機能的に示している。この図に示すように、実施の形態3のADSL端末側装置(ATU-R)14の受信系は、図2示す実施の形態1のADSL端末側装置(ATU-R)14の受信系の構成からTEQ用NEXTテーブル155、およびFEQ用NEXTテーブル157を外して、TEQ用FEXTテーブル154、およびFEQ用FEXTテーブル156のみによりTEQ142およびFEQ14に等価係数を提供するようにしたことを特徴とするものである。

【0066】ここで、これらのFEXTテーブル154、156には、ADSL通信を始める前のトレーニング期間等において、ADSL端末側装置(ATU-R)14側で、TCM-ISDN通信におけるデータの下り(Downstream)に同期してFEXTノイズが伝達されるFEXT期間でのみタイムドメインコライザ(TEQ)142、周波数ドメインコライザ(FEQ)145において適応等化をかけてトレーニングを行ない、FEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する等化係数が格納されたものである。

【0067】次に、この実施の形態3の特徴部分の動作を説明する。

【0068】本実施の形態3の受信系では、タイムドメインコライザ(TEQ)142、および周波数ドメインコライザ(FEQ)145は、TCM-ISDN伝送路12上をデータが下るFEXT期間の間は、タイムドメインコライザ(TEQ)142、および周波数ドメインコライザ(FEQ)145は、FEXTノイズが発生するものとして、それぞれ、TEQ用FEXTテーブル154、FEQ用FEXTテーブル156の等化係数を使用して、時間領域あるいは周波数領域でFEXT

Tノイズを含む伝送路特性を最適に補正する。

【0069】一方、TCM-ISDN伝送路12上をデータが上り、NEXTノイズが発生するNEXT期間の間でも、それぞれ、TEQ用FEXTテーブル154、FEQ用FEXTテーブル156の等化係数を使用して、時間領域あるいは周波数領域で伝送路特性を補正する

【0070】図7に、本実施の形態3によるケーブル長に対する伝送ビットレートの状態を示す。図において、折れ線Aは、FEXT期間のみでトレーニングした本実施の形態3の場合におけるFEXT期間のデータ伝送のビットレートを示しており、折れ線Bは、従来のようにFEXT期間とNEXT期間を通してTEQ、FEQの係数テーブルを切り替えることなくトレーニングした場合のFEXT期間のデータ伝送のビットレート、折れ線Cは、FEXT期間のみでトレーニングした本実施の形態3の場合におけるNEXT期間のデータ伝送のビットレート、折れ線Dは、従来のようにFEXT期間とNEXT期間を通してTEQ、FEQの係数テーブルを切り替えることなくトレーニングした場合のNEXT期間のデータ伝送のビットレートを示している。

【0071】この図からわかるように、FEXT期間のデータ伝送では、折れ線Bに示す従来のようにFEXT期間とNEXT期間を通してTEQ、FEQの係数テーブルを切り替えることなくトレーニングした場合に比べ、折れ線Aに示すFEXT期間のみでトレーニングした場合の方が、ケーブル長が長くなっても伝送ビットレートが常によい特性を有することを示している。

【0072】これはNEXT期間の電力の大きいNEXTノイズによるトレーニング期間の係数のばらつきが影響し、最終的にビットレートの特性を悪化させているためである。一方、FEXT期間は、ノイズの電力が小さいためトレーニング期間のばらつきが少なく伝送特性に最適な特性を示すように安定して係数を収束させる。したがって、最終的には、FEXT期間のデータ伝送は、FEXT期間のみでトレーニングした方が特性がよいことがわかり、この実施の形態3では、FEXT期間のみでトレーニングした適応等化係数を使用するようにしたものである。

【0073】なお、NEXT区間では、折れ線C、Dに示すように、折れ線Cは、FEXT期間のみでトレーニングした本実施の形態3の場合でも、従来のようにFEXT期間とNEXT期間を通してTEQ、FEQの係数テーブルを切り替えることなくトレーニングした場合でも、データ伝送のビットレートはそれほど変わらないことがわかる。

【0074】図8に、FEXT期間で収束した係数をNEXT期間に適用してもわずかな差しか発生しないことを示している。この図8に示すように、FEXTノイズのみのトレーニングでも、FEXTノイズとNEXTノ

イズとを切り替えてトレーニングした場合でも、NEXTノイズのみでトレーニングした場合でも、ケーブル長に対するNEXT区間のデータ伝送のビットレートの減衰はほとんど変わらないことがわかる。

【0075】このような理由から、この実施の形態3では、このFEXTノイズによりトレーニングして収束した係数をFEXT期間、NEXT期間それぞれにかけるようにしたのである。

【0076】従って、本実施の形態3のデジタル通信装置によれば、タイムドメインイコライザ(TEQ)142および周波数ドメインイコライザ(FEQ)145のそれぞれについて、FEXTノイズのテーブル154、156を設けて、FEXTノイズのみで係数トレーニングした等化係数を使用するようにしたので、TEQ142およびFEQ145のトレーニング期間では、FEXTノイズに最適な等化係数が従来の方式よりも短時間に求めることができると共に、ADSL通信の際は、特にFEXTノイズによる伝送レートの悪化を有効に削減できる。その結果、S/N比を改善でき、エラー発生確率が下がり、ADSL各伝送レートでの通信距離を伸ばすことができると共に、サービス領域内での伝送レートを向上させることができる。

【0077】また、本実施の形態3によれば、NEXT期間のデータ伝送に、FEXT期間にトレーニングした係数を使用しても、NEXT期間にトレーニングした係数を使用した際との差がほとんど発生しないため、係数トレーニングを最小化し、最短時間のトレーニングが実施できる。

【0078】また、本実施の形態3では、中央局(CO)11の同期コントローラ18がTCM-ISDN局側装置(TCM-ISDN LT)17と、ADSL局側装置(ATU-C)15との間で、伝送タイミングの同期をとるようにしたため、ADSL端末側装置(ATU-R)は、NEXTノイズおよびFEXTノイズの発生タイミングを意識しなくても、FEXTテーブル154、156をアクティブにすることが可能となる。

【0079】なお、本実施の形態3では、上述のように、本発明をADSL端末側装置(ATU-R)14に適用して説明したが、本発明をADSL局側装置(ATU-C)15に適用して、ADSL局側装置(ATU-C)15のTEQやFEQの適応等化器のために、FEXT期間にトレーニングするFEXTテーブルを設け、データ伝送時には、NEXT、FEXT期間ともにFEXTテーブル使用させるようにしても勿論良い。この場合、ADSL局側装置(ATU-C)15から見ることになるので、ADSL端末側装置(ATU-R)14から見た場合とは逆となり、近半二重通信装置となるISDN伝送システムの局側装置(ISDN LT)17が送信してくる干渉ノイズがNEXTノイズとなり、遠半二重通信装置となるISDN伝送システムの端末装置(IS

DN NT1)16が送信してくる干渉ノイズがFEXTノイズとなる。

【0080】また、本実施の形態3では、上述のように、中央局(CO)11の同期コントローラ18がTCM-ISDN通信とADSL通信との間で伝送タイミングの同期をとるように説明したが、本発明では、これに限らず、実施の形態1のところでも説明したように、同期コントローラ18を無くして、両通信間で同期をとらないようにしても良い。

【0081】実施の形態4. なお、上記実施の形態では、TCM-ISDNによるNEXTノイズ区間、FEXTノイズ区間ともに、ディジタル通信装置がデータを受信するものとして説明したが、この実施の形態4では、ディジタル通信装置側の受けるノイズの量が少ないFEXT期間のみデータ受信するようにしたことを特徴とするものである。

【0082】具体的には、この実施の形態4のディジタル通信装置では、TCM-ISDN伝送路12上をデータが下り(Downstream)、FEXTノイズが発生するFEXT期間ではノイズの影響を受けるデータ受信のみを行うようにし、TCM-ISDN伝送路12上をデータが上り(upstream)、NEXTノイズが発生するNEXT期間ではノイズの影響を受けないデータ送信のみを行う半二重通信のピンポン伝送によりデータ通信することとを特徴とする。

【0083】つまり、この実施の形態4のディジタル通信装置の受信系では、TCM-ISDNのFEXT期間に同期してデータ受信のみを行ない、TEQ142、FEQ145の適応等化のトレーニングは、実施の形態3の場合と同様に、FEXT期間でのみ行い、データ受信中に使用する係数テーブルも、そのFEXT期間のみで係数トレーニングを行ったそれぞれFEXTテーブル154、156のみとする。

【0084】図9(d)に、この実施の形態4のタイムドメインイコライザ(TEQ)142、および周波数ドメインイコライザ(FEQ)145において、FEXT期間のみでFEXTテーブル154、156により係数トレーニングした際の誤差量の推移を示している。尚、この図9(a)~(c)は、図3(a)~(c)と同じであるので、その説明は省略する。また、実施の形態3の場合もFEXT期間のみでFEXTテーブル154、156により係数トレーニングしているのので、図9(d)と同様の誤差量の推移となる。

【0085】図9(d)に示すように、この実施の形態4の場合、データ受信を行うFEXT期間のみで、TEQ142、FEQ145それぞれの適応等化器の係数トレーニングを行ったFEXTテーブル154、156により、TEQ142、FEQ145それぞれがFEXT期間のみの誤差量を収束させるようにしているのので、図9(c)に示すNEXTノイズおよびFEXTノイズの

両方の期間を1つの係数テーブルによりトレーニングした際の従来の誤差量の推移の場合と異なり、FEXT期間で一度減少した誤差量は、次のFEXT期間でいったん上がるようなことがなくなり、徐々に減少することが分かる。

【0086】つまり、本実施の形態4では、FEXT期間でのみTEQ142、FEQ145それぞれの適応等化器の係数トレーニングを行ない、かつ、その係数トレーニングを行ったFEXTテーブル154、156によりFEXT期間でのみ適応等化により誤差量を収束させているので、FEXT期間に最適な等化係数により、FEXT期間でのみ適応等化により誤差量を収束させているからである。

【0087】従って、この実施の形態4のディジタル通信装置によれば、実施の形態3の場合と同様に、タイムドメインイコライザ(TEQ)142および周波数ドメインイコライザ(FEQ)145のそれぞれについて、FEXTノイズのテーブル154、156を設けて、FEXTノイズのみで係数トレーニングした等化係数を使用するようにしたので、TEQ142およびFEQ145のトレーニング期間では、FEXTノイズに最適な等化係数が従来の方式よりも短時間に求めることができると共に、ADSL通信の際は、特にFEXTノイズによる伝送レートの悪化を有効に削減できる。

【0088】特に、この実施の形態4では、TEQ142、FEQ145には、実施の形態3の場合と同様に、FEXT期間にトレーニングした係数を使用したFEXTテーブル154、156しか設けていないが、この実施の形態4では、NEXT期間はデータ受信を行わず、ノイズの影響を考慮する必要がなくいので、FEXT期間にトレーニングした係数のみで十分に伝送路特性を最適に補正でき、その結果、係数トレーニングを最小化し、最短時間のトレーニングが実施できる。

【0089】なお、この実施の形態4の説明では、FEXT期間はデータ受信のみを行うようにし、NEXT期間はデータ送信のみを行う半二重通信のピンポン伝送により行うものと説明したが、本発明では、データ受信をFEXT期間でのみ行えば十分であり、データ送信をNEXT期間のみならず、FEXT期間で行うようにしても、データ送信の際はノイズの影響を考慮する必要が無いので、上記と同様の効果が得られる。

【0090】なお、上述の実施の形態1~4では、干渉ノイズを与える側の半二重通信装置をTCM-ISDN端末側装置(TCM-ISDN NT1)16、TCM-ISDN局側装置(TCM-ISDN LT)17のTCM-ISDN通信装置とし、干渉ノイズを与えられる側のディジタル通信装置をxDSL通信方式の1つであるADSL通信を行うADSL端末側装置(ATU-R)14、ADSL局側装置(ATU-C)15のADSL通信装置として説明したが、本発明では、これに限ら

ず、干渉ノイズを与える側の半二重通信装置は半二重伝送路を介しいわゆるピンポン方式の半二重通信を行う装置であればTCM-ISDN通信装置以外でもよく、また、干渉ノイズを与えられる側のデジタル通信装置は、全二重通信方式、半二重通信方式にこだわらず、ADSL通信装置以外のHDSL通信やSDSL通信を行うxDSL通信装置や、他のデジタル通信装置でも適用可能である。

【0091】特に、上記実施の形態1～4により説明した本発明にかかるデジタル通信装置は、デジタル放送をxDSL伝送路などのデジタル伝送路を介し受信するデジタルテレビや、ネットワークを介し無料ないし有料でデータや画像、音声などのマルチメディアデータを受信したりダウンロードするコンピュータや、デジタルテレビ、AV機器、家電機器等のあらゆるデジタル通信装置や、このようなデジタル通信装置を通信モデム等としてもつ家電機器等に適用可能である。例えば、電子レンジ等の調理装置にこのようなデジタル通信装置を内蔵させて、ネットワークを介してデジタル通信を行わせて、調理レシピ等を示す画像や音声などのマルチメディアデータをダウンロードして、ディスプレイに表示させたり、さらにはスピーカを介して音声ガイドするようにした家電機器等にも適用可能である。

【0092】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、複数の半二重通信装置のうち本装置に近い側の近半二重通信装置から伝達されるNEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する適応等化器の等化係数を記憶したNEXTノイズ係数テーブルと、複数の半二重通信装置のうち本装置に遠い側の遠半二重通信装置から伝達されるFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する適応等化器の等化係数を記憶したFEXTノイズ係数テーブルとを別々に備え、適応等化器は近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達されてきた場合にはNEXTノイズ係数テーブルに基づいて伝送路特性を補正する一方、遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達されてきた場合にはFEXTノイズ係数テーブルに基づいて伝送路特性を補正するようにしたため、適応等化器のトレーニング期間では、FEXTノイズ、NEXTノイズの発生に応じてそれぞれに最適な等化係数が、従来の方式よりも短時間に求めることができる一方、通信の際はFEXTノイズ、NEXTノイズを有効に削減することができる。その結果、本発明によれば、隣接する半二重伝送路から干渉ノイズを受けても、S/N比を改善でき、エラー発生確率が下がり、ADSL各伝送レートでの通信距離を伸ばすことができると共に、サービス領域内での伝送レートを向上させることができる。

【0093】また、次の発明では、さらに、半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、半二重伝送路を端末側から局側へデータが上る時あるいは下る時

に、近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達されてきた場合には、適応等化器にNEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正させる一方、半二重伝送路を局側から端末側へデータが下る時あるいは上る時に、遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達されてきた場合には適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいて伝送路特性を補正させるようにしたため、デジタル通信装置がNEXTノイズおよびFEXTノイズの発生タイミングを意識しなくても、NEXTノイズおよびFEXTノイズの発生にそれぞれ対応して係数テーブルを切り替えて、それぞれのノイズの影響を削減することができる。

【0094】また、次の発明では、さらに、半二重伝送路に隣接等して干渉ノイズの影響を受けるデジタル通信装置が、半二重通信装置から伝達される干渉ノイズを検出して、NEXTノイズであるか、あるいはFEXTノイズであるかを判断するようにしたため、中央局等、既存の装置に何ら改良を加えることなく、当該デジタル通信装置の改良だけで、NEXTテーブルと、FEXTテーブルとを切り替えて使用することが可能になる。

【0095】また、次の発明では、さらに、通信前に、複数の半二重通信装置間で通信されるフレーム中で予めパターンおよび発生タイミングが認識されている所定データによって伝達されるノイズの伝達関数に収束させるフィルタ係数を求めておき、通信の際は、前記所定データの発生タイミングにおいて、前記収束させたフィルタ係数によりノイズの影響を受けた前記所定データのレプリカを作成し、受信信号からそのレプリカを減算するようにしたため、半二重通信装置間で伝送フレーム中の所定データが伝送される間については、FEXTノイズ、NEXTノイズそれぞれに対応した所定データの干渉ノイズをキャンセルして、この影響を低減でき、よりS/N比を改善できると共に、エラー発生確率も下げることができ、各伝送レートでの通信距離を伸ばすことができると共に、サービス領域内での伝送レートを上げることが可能になる。

【0096】また、次の発明では、複数の半二重通信装置のうち本装置に遠い側の遠半二重通信装置から伝達されるFEXTノイズを含む伝送路特性を最適に補正する等化係数を記憶したFEXTノイズ係数テーブルを備え、適応等化器は近半二重通信装置からNEXTノイズが伝達されてきた場合及び遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達されてきた場合の両方の場合において、FEXTノイズ係数テーブルに基づいて伝送路特性を最適に補正するようにしたため、適応等化器のトレーニング期間では、FEXTノイズの発生時に最適な等化係数が、従来の方式よりも短時間に求めることができる一方、通信の際はFEXTノイズ、NEXTノイズの両ノイズが発生している場合でも伝送特性の悪化を有効に削減することができる。その結果、本発明によれば、隣接

する半二重伝送路から干渉ノイズを受けても、 S/N 比を改善でき、エラー発生確率が下がり、ADSL各伝送レートでの通信距離を伸ばすことができると共に、サービス領域内での伝送レートを向上させることができる。

【0097】また、次の発明では、さらに、半二重通信装置間での通信との間で同期をとって通信し、半二重伝送路を局側から端末側へデータが下る時あるいは上る時に、遠半二重通信装置からFEXTノイズが伝達されてきた場合には適応等化器にFEXTノイズ係数テーブルの等化係数に基づいてFEXTノイズを含む伝送線路特性を最適に補正することができるようにしたため、デジタル通信装置がFEXTノイズの発生タイミングを認識でき、そのタイミングに合わせてトレーニングを行い、データ通信時にはFEXT係数テーブルのみ使用してノイズによる特性の悪化を有効に削減できる。

【0098】また、次の発明では、さらに、半二重伝送路に隣接等して干渉ノイズの影響を受けるデジタル通信装置が、半二重通信装置から伝達される干渉ノイズを検出して、NEXTノイズであるか、あるいはFEXTノイズであるかを判断するようにしたため、中央局等、既存の装置に何ら改良を加えることなく、当該デジタル通信装置の改良だけで、FEXTテーブルをアクティブにすることが可能になる。

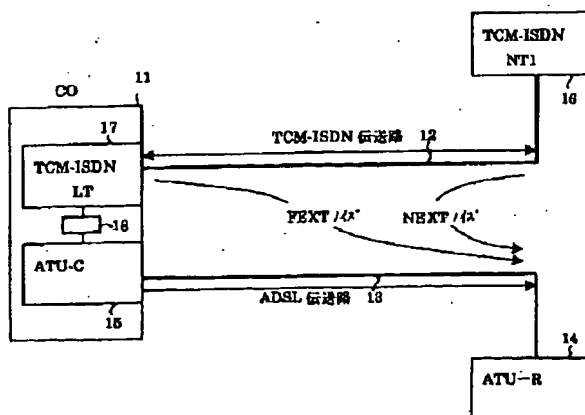
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るデジタル通信装置が使用されたデジタル通信システムの概要等を示す図である。

【図2】 本発明に係るデジタル通信装置の実施の形態1であるADSL端末側装置(ATU-R)14の受信系の構成を示す図である。

【図3】 実施の形態1によりTEQおよびFEQでNEXTノイズとFEXTノイズとで切り替えて係数トレーニングした際の誤差量の推移等を示す図である。

【図1】



【図4】 本発明に係るデジタル通信装置の実施の形態2であるADSL端末側装置(ATU-R)14の受信系の構成を示す図である。

【図5】 実施の形態2の半二重干渉ノイズキャンセル部158の詳細な構成の一例を示す図である。

【図6】 本発明に係るデジタル通信装置の実施の形態3であるADSL端末側装置(ATU-R)14の受信系の構成を示す図である。

【図7】 実施の形態3によるケーブル長に対する伝送ビットレートの状態を示す図である。

【図8】 FEXTで収束した係数をNEXT期間に適用してもわずかな差しか発生しないことを示す図である。

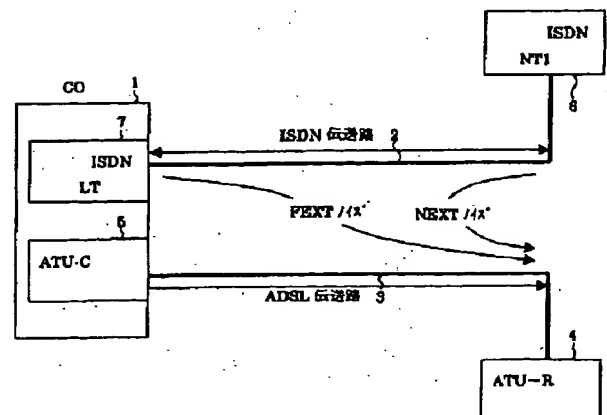
【図9】 実施の形態4によりTEQおよびFEQで、FEXTノイズの区間のみ係数トレーニングした際の誤差量の推移等を示す図である。

【図10】 ISDN伝送路とADSL伝送路とが集合線路で束ねられている等してISDN伝送路がADSL伝送路に与える干渉ノイズの様子を示す図である。

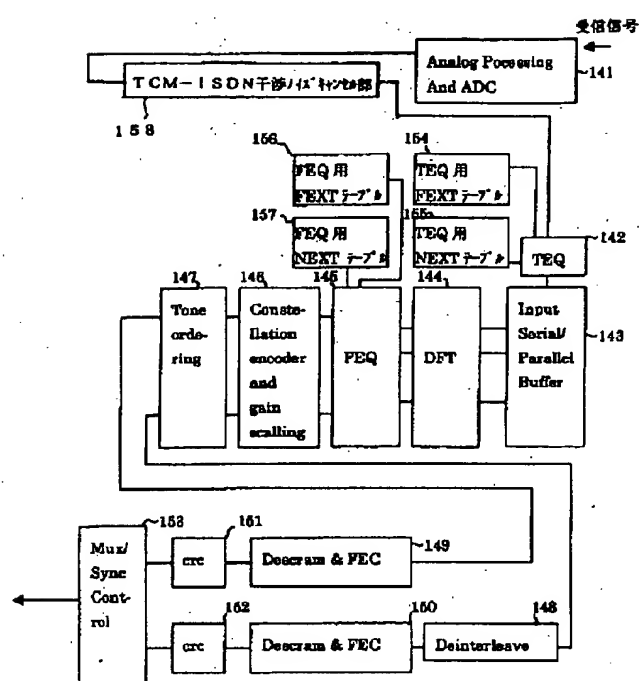
【符号の説明】

11 中央局(CO)、12 TCM-ISDN伝送路、13 ADSL伝送路、14 ADSL端末側装置(ATU-R)、15 ADSL局側装置(ATU-C)、16 TCM-ISDN端末側装置(TCM-ISDN NT1)、17 TCM-ISDN局側装置(TCM-ISDN LT)、18 同期コントローラ、142 タイムドメインイコライザ(TEQ)、145 周波数ドメインイコライザ(FEQ)、154 TEQ用FEXTテーブル、155 TEQ用NEXTテーブル、156 FEQ用FEXTテーブル、157 FEQ用NEXTテーブル、158 TCM-ISDN干渉ノイズキャンセル部。

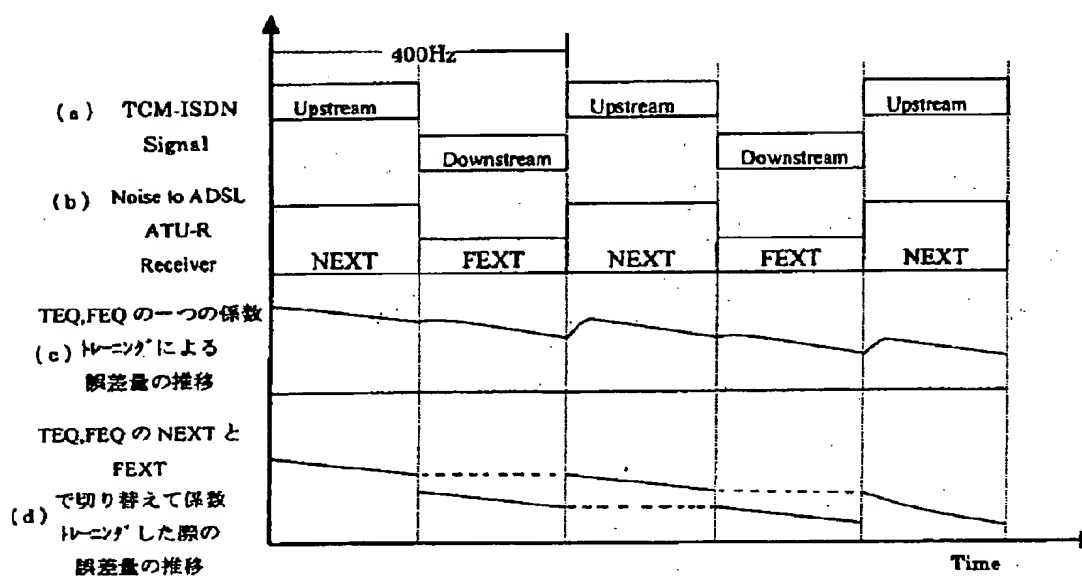
【図10】



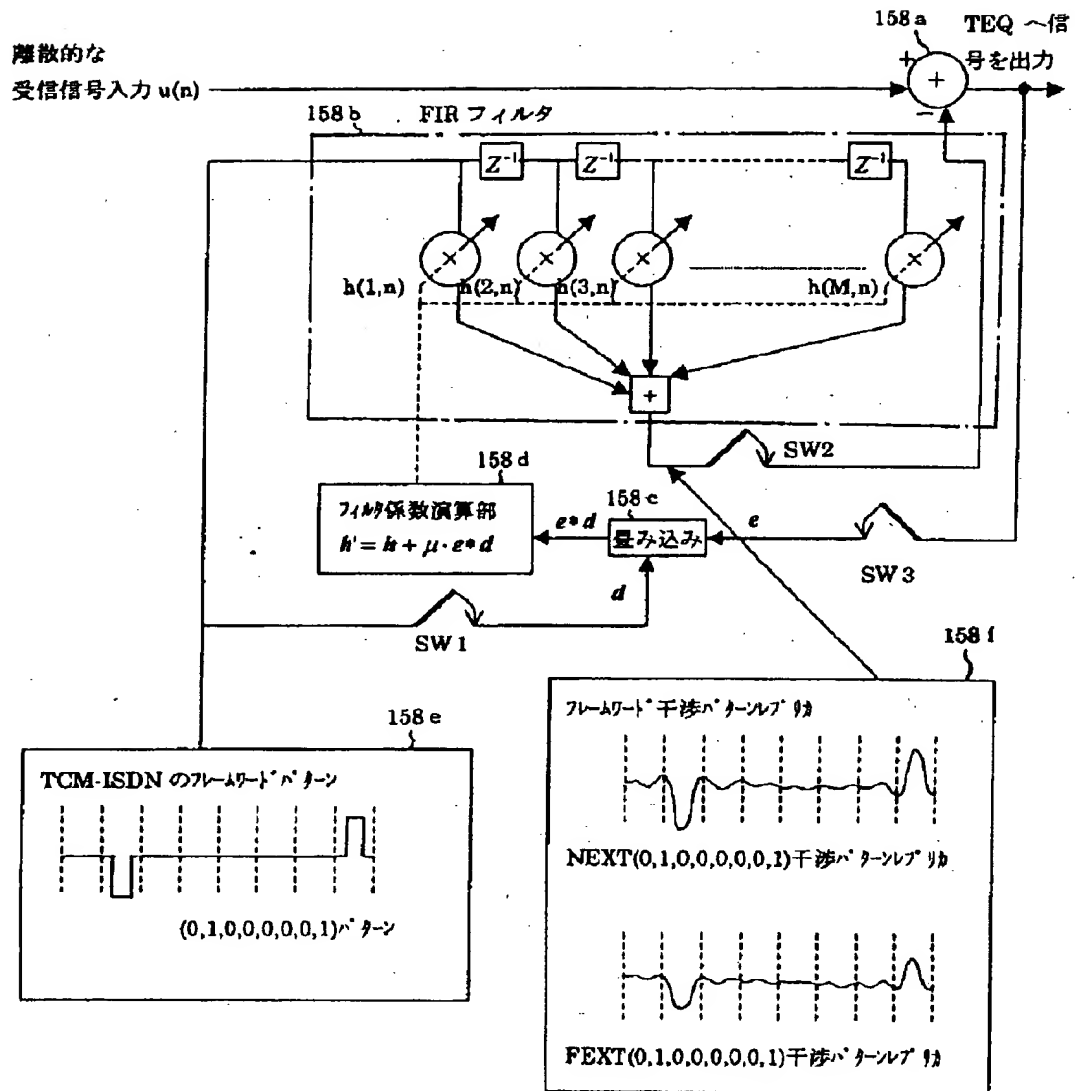
【图 4】



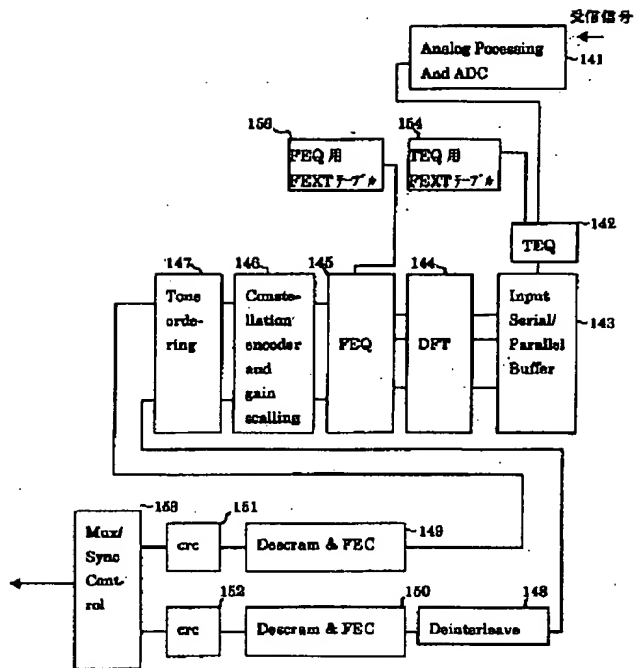
【図 3】



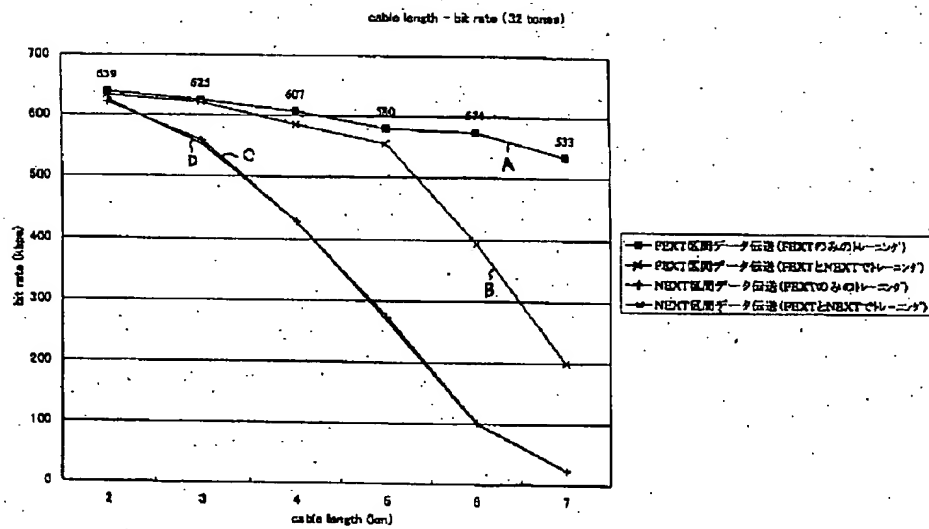
【図5】



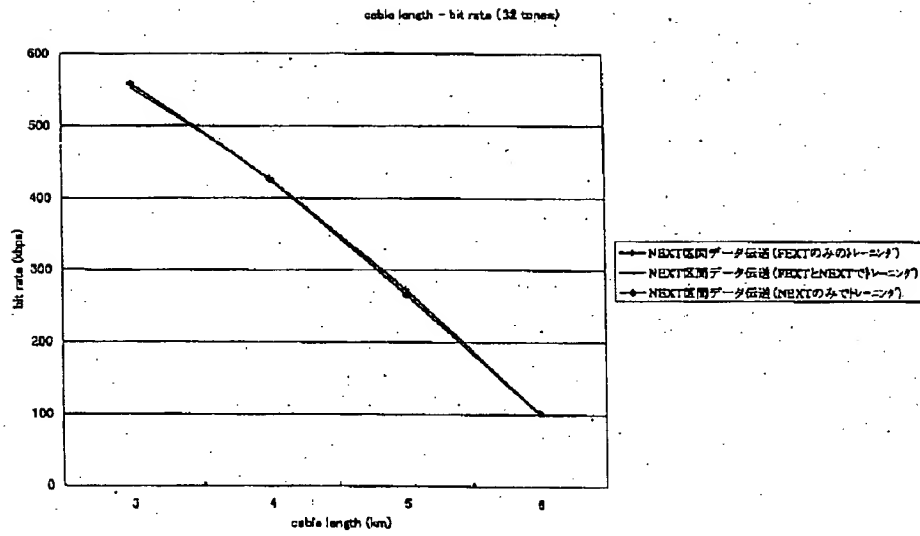
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

